



Tokyo Gakugei University Repository

東京学芸大学リポジトリ

<http://ir.u-gakugei.ac.jp/>

Title	Stevensのベキ関数におけるベキ数の個人間変動と個人内変動の関係：握力にかんする心理量と筋力のベキ関数についての検討
Author(s)	国分, 充; 葭岡, 晃世; 森田, 菜穂子
Citation	東京学芸大学紀要. 第1部門, 教育科学, 52: 171-175
Issue Date	2001-03
URL	http://hdl.handle.net/2309/3814
Publisher	東京学芸大学紀要出版委員会
Rights	

Stevensのベキ関数におけるベキ数の個人間変動と個人内変動の関係 ——握力にかんする心理量と筋力のベキ関数についての検討——

国分 充・葭岡 晃世・森田 菜穂子*

障害児教育**

(2000年10月31日受理)

1.はじめに

本研究は、Stevens & Mack (1959) の握力発揮の調節に関する研究で十分な検討のなされていない個人差の問題を、比率表出法 (ratio production) を行って検討するものである。

Stevens & Mack (1959) が握力の主観的な強さと実際発揮された筋力との間にベキ関数関係を見だし、そのベキ数を概ね2、より正確には1.7としたことはよく知られている。この彼らの言うベキ関数は、比率表出法とマグニチュード表出法という異なる2つ手法で確かめられているのであるからまず間違いないと見られる。しかし、彼らは、ベキ数が、個人間で、そして個人内でもばらつくことを認め、この問題にかんする記述に論文でかなりのスペースをさいている。しかし、結局は、被験者がある「量的な」標準値を一定に固定し、保とうとすることは人によっても時によっても異なる、と言うだけで、彼らもその後の研究者もこの問題を詳しく検討してこなかった。そこで本研究は、この個人間変動と個人内変動に注目し、その関係を、握力発揮についての比率表出法を行って調べる。

2.方 法

2. 1 被験者

20—28歳の健常成人30名 (男性15名, 女性15名, 平均年齢20.6歳, S D 0.91歳)。

2. 2 手続き

用いた装置はデジタル握力計 (竹井機器製) である。通常の握力測定と同様に被験者は起立した姿勢で、両腕を両脇に垂らして片腕で握力計を握る。腕を上下させたり左右に振ることは禁じ、腕を動かさないで握力計を握ることを求めた。まず、左右一回ずつ「カ一杯握って下さい」という指示によって測定を行う。以下の測定は、右と左で測定値がより大きかった方で行う。最初「カ一杯握って下さい」という指示に基づいて、次に「今の半分の力で握って下さい」という指示に基づいた測定を1回ずつ行う (第1試行)。これをもう一度繰り返す (第2試行)。試行間では被験者に十分な休憩をとるよう促した。これが測定の1セットである。1日以上の間をおいて、同様の測定をもう1セット行う (第3試行と第4試行)。結局、カ一杯についての測定、半分についての測定、それぞれ4個のデータを得ることになる。Stevens & Mack (1959) の研究では、比率表出法の場合には、2倍あるいは半分を30回、light, moderate, heavyという3段階の随意的な調整を行った基準と合わせるなら60回行うものであり、マグニチュード表出法の場合には、50回ないし35回の試行を行うものである。これはあまりにも試行数が多く、飽きや疲労などが影響してくることが十分あり得るのではないだろうか。本研究では、こうした影響をできるだけ受けたくないような簡便な測定を目指した。本研究の1試行の測定回数は、ベキ数を算出するための、いわば最小回数である。このように最小回数でもベキ数算出が可能であると考えたのは、握力発揮にかんするマグニチュード表出法において、主観的な力の大きさと実際の測定値の関係がベキ関数となることはStevens & Mack (1959) の研究によって十分確かめられていると考えたこと、およびベキ関数は実験条件

* 学校法人日本水上学校聖坂養護学校

** 東京学芸大学 (184-8501 小金井市貫井北町4-1-1)

の変化にたいして大きな影響を受けないと言われていること (大山, 1970) による。

2. 3 測定値の処理

1回の試行で得られる基準値と半分の力のひと組の測定値について、 $R = kS^n$ (R :心理量, S :物理量(測定値))の式に基準値の心理量1及び握力実測値、半分の時の心理量1/2および握力実測値を代入し、連立方程式よりべき数 n を求めた。そして、各被験者ごとに4回の試行の平均値および標準偏差、変動係数を求めた。これらが主たる分析対象となるデータである。

3. 結果

表1の上段には、方法で述べたやり方で算出された各被験者の4回の試行の平均値の全被験者での平均値、標準偏差の全被験者での平均値、変動係数の全被験者での平均値、そして、各試行ごとのべき数の全被験者での平均値を、標準偏差とともに示した。全被験者のべき数の平均値の平均値は1.62で、Stevens & Mack (1959)らの報告する1.7という値と近い値が得られている。そのばらつきは、標準偏差で1.37であったが、個人間変動はかなり大きく、その範囲を言えば、最小値0.5で、最大値は5.39であった。べき数の個人内変動を表す指標となる各被験者の4つの測定値の標準偏差の平均値は、0.57で、変動係数の平均値は0.29であった。各試行毎の全被験者でのべき数の平均値を見ると、第1、第2試行でやや小さいものの全体的にはStevens & Mack (1959)の報告する1.7という値と近い値が得られている。これら試行毎の4つの平均値について分散分析を行ったところ、有意な差は見られなかった ($F_{3,87}=0.54, p>0.05$)。

表1の下の方に示したのは、上で平均値を示した7変数のうちで、関連を調べる意味があると考えられる変数間の相関行列である。これを見ると、まず、各被験者の4回の試行のべき数の平均値とその標準偏差との相関は0.9ときわめて高いものであることが注目さ

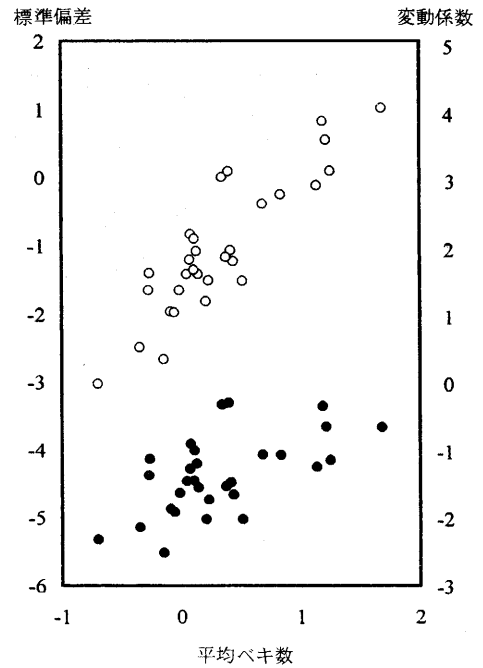


図1 平均べき数と標準偏差(左縦軸, 白丸)および変動係数(右縦軸, 黒丸)の関係(縦軸, 横軸ともに対数でとってある)

れる。このことは、べき数の大きい者ほど、測定値間のばらつきが大きいことを意味している。標準偏差に代えて変動係数をとり、その平均値との相関を見た場合も0.50とそれほど低いものではない。これを図示したのが図1である。上で述べたように各被験者のべき数の範囲はきわめて広く、また、各被験者の標準偏差の平均値および変動係数の範囲も広がったので、いずれも対数に変換して示してある。各被験者のべき数の平均値と標準偏差とがよく相関していることは対数に変換しても明らかである。また、各被験者の平均べき数と変動係数も比較的良好に相関していることがわかる。次に、試行間の相関を見ると、第1試行と第2試行の相関係数及び第3試行と第4試行の相関がかなり高く、それ以外の変数間の相関は低いこと、すなわち、同一日に行った測定間の相関は高いが、日をおいて行った測定間の相関は低いことがわかる。

表1 べき数にかんする統計量

	平均べき数	標準偏差	変動係数	第1試行	第2試行	第3試行	第4試行
平均	1.62	0.57	0.29	1.47	1.54	1.69	1.77
(標準偏差)	(1.37)	(0.65)	(0.17)	(1.19)	(1.28)	(1.23)	(1.70)
相関行列							
標準偏差	.90						
変動係数	.50	.76					
第2試行				.83			
第3試行				.22	.37		
第4試行				.15	.42	.89	

4. 考察

結果に記したように、平均ベキ数が大きい者ほど測定値間のばらつきは大きかった。Stevens & Mack (1959) では、はじめに述べたように、人によって、また時によって測定値は異なると述べるだけで、測定値の個人間のばらつきと個人内のばらつきとを結びつけてみていなかったのであるが、本研究の結果、この両者にはきわめて密接な関係のあることがわかった。

ベキ数が大きいということは、同じ心理的調整量に対しての発揮握力値が大きいということである。それはその人の握力の心理的調整の刻みが大きいことを意味する。このような人とベキ数の小さい人とにかりに心理的な調整に同程度の誤差が生じるとした場合、その誤差に対応する筋力値の大きさは前者で大きいと考えられる。測定間で調整する心理量に多少の誤差・ばらつきが生じるのは当然のことだろう。このように考えれば、ここで得られた結果は当然と言えば当然と言えるものである。ただし、測定間で生じる心理量の誤差・ばらつきが被験者すべてで同程度かということには議論があり得る。本研究で実際に生じている試行間での心理量のばらつきの程度を調べてみた。各被験者の半分の力についての4試行の標準偏差が、どのくらいの心理量にあたるのかを、各被験者について算出されたベキ数に基づいて計算した。その結果、平均は0.26 (標準偏差0.52) で、各被験者のベキ数との相関は低かった ($r=0.19$)。また、ベキ数の高低で被験者を2群に分けて、標準偏差の各群の平均値の差も調べたが、その差は有意なものではなかった。以上の結果から、各被験者の試行間に生じているばらつき・誤差が、一定と言うことはできないが、しかし、ベキ数の大小とは無関係に生じていることを示す。

測定手続きについて、本研究では、Stevens & Mack (1959) のやり方はあまりにも試行数が多く、飽きや疲労などの影響を危惧して、かなり簡便な測定を行った。このことについて指摘しておきたい興味深いことがある。表2には各試行における力一杯の筋力発揮を求めた時の握力の平均値と標準偏差を示したものである。これをみると平均値、標準偏差ともに大体同様の値が得られているように見えるのであるが、しかし、同一日に行われた試行の平均値間には、統計的

表2 「力一杯」握力の実測値

	第1試行	第2試行	第3試行	第4試行
平均	31.96	30.08	32.62	30.51
標準偏差	9.91	9.55	10.05	10.00

な検定を行うと有意な差が存在するのである (第1試行と第2試行の間: $F_{1,29}=31.17, p<0.05$, 第3試行と第4試行間: $F_{1,29}=21.15, p<0.05$)。本研究は必要最小限の試行数で行われ、また、方法にも記したように、試行間では十分な休憩をとるようにしたのであるが、力一杯の筋力発揮は、後の試行に大きな影響を与えよう。この点からすると、Stevens & Mack (1959) の測定手続きはやはり試行回数の多さが気にならざるを得ない。しかし、測定値間の相関をみると、それはきわめて高いのである (第1試行と第2試行の間: $r=0.98$, 第3試行と第4試行間: $r=0.96$)。そして、結果で述べたように、ベキ数間には有意な差がなく、かつ第1試行と第2試行および第3試行と第4試行のベキ数の相関が高かったということは、同一日内の2回目の試行は1回目の試行の影響を受けるが、その影響の仕方はどの被験者でもかわらないということの意味している。

本研究とStevens & Mack (1959) の研究とでは、測定手続きの他に、結果の見方にも大きな違いがある。Stevens & Mack (1959) は、代表値を用いるときは中央値を用いる。また、Stevens & Mack (1959) は、ベキ数を同定するに当たって、比率表出法に関しては全被験者のデータを混みにして行い、マグニチュード表出法については、同じように全被験者のデータを混みにして見るとともに、各被験者の代表値の代表値をとるという方法でも見ている。彼らはこのように丁寧にデータを検討した上で、それらの一致した結果として、大体2程度、より正確には1.6—7というベキ数を提唱している。本研究では、代表値としては平均値を用い、変動の指標としては処理に便利な標準偏差を用いた。ベキ数の全被験者の代表値は、算術平均を被験者内と被験者間とで繰り返してとることによって得られた。しかし、その結果は、1.62と大体彼らの報告しているのと近い値が得られている。こうしたことは、本研究のような結果のみかたも、測定手続きとともに比較的信頼できるものであることを示唆していると言えよう。

5. まとめ

心理的な調整の程度と実際に発揮される握力値との間には、ベキ数1.7程度のベキ関数が成立することが知られているが、そのベキ数にはかなりの個人間変動があり、また個人内でもかなりの変動のあることが指摘されている (Stevens & Mack: 1959)。本研究ではこのベキ数の個人間変動と個人内変動に注目し、その

関係を力一杯とその半分の力の発揮を求める比率表出法を行って調べた。被験者は、20—28歳の健常成人30名（男性15名、女性15名、平均年齢20.6歳、SD0.91歳）であった。各被験者のベキ数を4回測定し、各被験者ごとにその平均値をもとめ、全被験者での総平均は1.62であった。これはStevens & Mack (1959) の報告する1.7とほぼ一致する値であった。しかし、その値はかなり広範囲に0.5から5.39にばらついた。各被験者の4回の測定値の標準偏差と、各被験者の平均ベキ数との相関を求めたところ、相関係数は0.90ときわめて高く、変動係数との相関も0.50と比較的高いものであった。これらのことから、ベキ数の個人間変動と個人内変動とはきわめて密接な関係があり、平均ベキ数が大きい者ほど測定値間のばらつきが大きいことがわかった。

文 献

大山正 (1970) Stevensの新精神物理学. [講座心理学4 知覚 (八木冕監修 大山正編) 東京大学出版会 第8章 Pp. 261 - 287]

Stevens, J. C., & Mack, J. D. (1959) Scales of apparent force. *Journal of Experimental Psychology*, 58, 405 - 413.

INTERPERSONAL AND INTRAPERSONAL VARIANCE OF EXPONENT OF STEVENS' POWER FUNCTION

Mitsuru KOKUBUN, Akiyo YOSHIOKA and Naoko MORITA

Department of Education for Children with Handicap

It was reported that for grip strength there is a power function with an exponent of 1.7 between the subjective magnitude and the actual force exerted by a subject, but large variabilities among and within individuals were found (Stevens and Mack (1959)). We focused on these variabilities and investigated the relationship between them by conducting a ratio production procedure with maximum effort and half of maximum effort trials. The subjects were 30 adults. We conducted four measurement trials, two on the same day and the remaining two trials on one more days after. We calculated the mean value of the exponent, the standard deviation and the coefficient of variance of the four trials by each subject. The mean value of the exponent of the power function for all subjects was 1.62. This value approximated the value of 1.7 reported by Stevens and Mack (1959). The value ranged broadly from 0.5 to 5.39. The correlation coefficient between each subject's mean exponent value and standard deviation was remarkably high at 0.9, and the correlation coefficient between the mean value of the exponent and the correlation of variance was also relatively high at 0.5. There was a close relationship between interpersonal and intrapersonal variance.

